

# РЕГИСТРАЦИЯ ТЕПЛОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ НА СЖАТИЕ МАТЕРИАЛОВ

**Коняшин А.В.**

*Руководители – д.т.н. Смирнов С.В., к.т.н. Гроховский В.И.*

ИМаш УрО РАН, ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, г. Екатеринбург

e-mail: mfjks@uralweb.ru

Одним из видов пластометрических испытаний для экспериментального определения кривых являются эксперименты на сжатие образцов. Основным достоинством метода испытаний на сжатие (осадку) является возможность получения сравнительно больших степеней деформации. При пластометрических испытаниях применяют два вида испытаний на сжатие: цилиндрических и плоских образцов.

В процессе пластической деформации механическая энергия, воспринимаемая материалом образца, частично переходит в тепловую энергию. Повышение температуры может ускорять протекание динамических релаксационных процессов в ходе деформации, а сжатие с большой степенью деформации характеризуется достаточно высоким температурным разогревом, приводящим к заметному влиянию на процессы разупрочнения в ходе деформации.

Как правило, считается, что при кратковременных деформациях сохраняются изотермические условия. Прирост температуры в ходе изотермической однородной деформации определяется по формуле Дитера:

$$\Delta T = \frac{\sigma}{\rho} \left( \frac{1}{\alpha} - \frac{1}{\beta} \right) \quad (1)$$

- коэффициент выхода тепла деформирования; - средняя удельная теплоемкость сплава в предполагаемом диапазоне; - плотность сплава.

В связи с тем, что при больших степенях деформаций не избежать потери тепловой энергии в окружающую среду, то необходимо уметь рассчитывать тепловое поле образца в этих условиях. Учет тепловых полей при испытаниях на сжатие получается из решения уравнения теплопроводности для деформируемого стержня с граничными условиями первого рода, то есть, делая допущение, что поверхность контакта образца имеет интенсивный теплообмен со средой и её температура близка к температуре среды.

Другим способом расчета теплового разогрева образца является использование конечно-элементного моделирования. Данный метод позволяет учитывать неоднородность пластической деформации, а также потери тепла в деформирующий инструмент и окружающую среду.

Недостатком теоретических расчетов и численного моделирования является незнание реальных граничных условий и коэффициента выхода тепла деформирования в реальном эксперименте. Преодолеть эти трудности позволяют экспериментальные методы регистрации температуры.

Экспериментальные методы регистрации температуры подразделяются на контактные и бесконтактные. К контактным методам относятся способы определения температуры с помощью термопар и термометров. Основным

недостатком этого метода является необходимость плотного контакта датчика температуры с образцом в процессе испытания, что нарушает однородность образца, которая в процессе деформации влияет на регистрируемые механические свойства. Другим недостатком контактного метода является инерционность регистрируемой температуры, связанная с необходимостью нагревания рабочего спая термопары.

Преодолеть недостатки контактного метода позволяют методы бесконтактной регистрации температуры. Условно этот метод обычно разделяют на регистрацию температуры с помощью пирометров и тепловизоров. Использование пирометров позволяет получать усредненную температуру на интересующей поверхности образца в текущий момент времени. Преимуществом тепловизоров над пирометрами является возможность получения 2D изображений тепловых полей образца в процессе деформирования и, как следствие, однозначное сопоставление регистрируемой температуры и физической геометрии образца.

а

б

в

Рис. 1. Термограмма контейнера с образцом перед испытанием (а), в процессе деформирования (б) и линейный температурный профиль (в), построенный вдоль линии 1.

Средняя температура поверхности образца определяется как средняя температура линейного профиля, который строится вдоль оси образца таким образом, чтобы выполнялось условие наблюдения по нормали. На рисунке 1 (а, б) приведен пример теплового профиля контейнера с образцом, получаемого в процессе эксперимента на сжатие. На рисунке 1 (в) построен температурный линейный профиль вдоль линии 1, показанный на рисунке 1 (а), в зависимости от расстояния в пикселях. Пикселем является наименьшая единица двумерного цифрового изображения в растровой графике и в данном эксперименте равна 500 мкм.

Кроме того, линейный температурный профиль и двумерное изображение теплового поля удобно использовать для выявления особенностей локализации пластической деформации и структурных изменений в нагружаемом образце.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 06-01-00679.